

ỨNG DỤNG KỸ THUẬT CÂY QUYẾT ĐỊNH ĐÁNH GIÁ THÍCH HỢP ĐẤT ĐAI CHO CÂY CAO SU TRÊN ĐỊA BÀN HUYỆN DẦU TIẾNG, TỈNH BÌNH DƯƠNG

Nguyễn Hữu Cường

Khoa Quản lý đất đai, Trường đại học Tài nguyên và Môi trường thành phố Hồ Chí Minh

Email: nhcuong@hcmunre.edu.vn

Ngày gửi bài: 15.11.2017

Ngày chấp nhận: 16.01.2018

TÓM TẮT

Cây quyết định là một công cụ mạnh và hiệu quả trong việc phân lớp và dự báo. Phương pháp đánh giá theo cây quyết định bổ sung căn cứ định lượng cho phân cấp thích hợp. Nghiên cứu phân tích dữ liệu điều tra theo mô hình cây quyết định rút ra những tổ hợp các yếu tố theo năng suất trung bình của cây trồng. Dựa vào năng suất để đánh giá mức độ thích hợp cho từng tổ hợp yếu tố ảnh hưởng. Mô hình hồi quy cây quyết định được thực hiện với: Biến mục tiêu là năng suất (tấn/ha), các biến dự báo là: Loại đất, độ dày tầng đất, độ dốc và thành phần cơ giới. Nghiên cứu áp dụng trên địa bàn huyện Dầu Tiếng, tỉnh Bình Dương cho cây cao su. Kết quả nghiên cứu cho thấy mức độ giải thích các biến dự báo là 97,58%. Cấp thích hợp trung bình chiếm 60.850,65 ha, cấp thích hợp kém chiếm 6.332,97 ha.

Từ khóa: Đánh giá thích hợp đất đai, cây quyết định, cây cao su, huyện Dầu Tiếng.

Appication of Decision Tree Technique in Land Suitability Classification for Rubber in Dau Tieng District, Binh Duong Province

ABSTRACT

Decision tree is a powerful and effective tool in classifying and forecasting. The decision tree method gives quantitative bases for land suitability classification. The analysis of survey data indicated several factor combinations according to plant average productivity and based on productivity, the adaptation level for each factor combination. Was assessed. Regression model of decision tree in this study included two kinds of variables: the target variable was the productivity (t/ha) and the predictor variables consisted of soil types, soil depth, slope and texture. This study was applied for rubber trees and conducted in Dau Tieng district, Binh Duong province. The study showed that the interpretation level of the predictive variables was 97.58%. The moderately suitable area was 60,850.65 hectares, and marginally suitable area was 6,332.97 ha.

Keywords: Land suitability classification, decision tree, rubber tree, Dau Tieng district.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đánh giá đất đai là sự nhận định những tính năng của đất đai như một tài nguyên thiên nhiên, kinh tế và sản xuất nhằm mục đích xác định khả năng sản xuất của đất đai với chất lượng và giá trị khác nhau. Hiện nay phương pháp phổ biến thực hiện đánh giá thích hợp đất đai về mặt tự nhiên là phương pháp kết hợp theo điều kiện hạn chế lớn nhất. Các phương pháp toán học như ứng dụng phương pháp phân

tích thứ bậc (AHP) hoặc phân tích đa tiêu chuẩn (MCA) được sử dụng để tính toán trọng số ảnh hưởng các yếu tố đơn tính dựa trên kinh nghiệm của các chuyên gia.

Đánh giá thích hợp đất đai tự nhiên cần định lượng mối quan hệ giữa các yếu tố đặc điểm đất đai với năng suất cây trồng. Việc định lượng này phải không mang tính chủ quan, áp đặt của con người mà dựa vào những giá trị điều tra thực tế được lượng hóa thành.

Nhiều phương pháp khai phá dữ liệu (data mining) đã được áp dụng rộng rãi trong đánh giá đất đai (Tian *et al.*, 2009) nhằm khắc phục những yếu tố mang tính chủ quan. Cây quyết định (decision tree) là một trong những thuật toán phân loại phổ biến nhất hiện nay trong khai phá dữ liệu (Kumar *et al.*, 2013). Đã có nhiều nghiên cứu áp dụng phương pháp này trong đánh giá đất đai. van Lanen *et al.* (1992) trong nghiên cứu đánh giá đất đai hỗn hợp định tính và định lượng đã tiến hành với cây khoai tây tại Hà Lan. Kết quả cho thấy khoảng 65% diện tích đất có khả năng phù hợp. Bouma *et al.* (1993) đã nghiên cứu đánh giá đất đai cho cây ngô ở cấp độ nông trại tại New York. Tian *et al.* (2009) so sánh mức độ chính xác trong đánh giá đất đai ứng dụng khai phá dữ liệu với 3 kỹ thuật: cây quyết định, mạng nơ-ron và hồi quy. Kết quả cho thấy mô hình cây quyết định là mô hình tốt nhất. Yang *et al.* (2010) trong nghiên cứu của mình về cây quyết định trong đánh giá đất đai tại tỉnh Quảng Đông, Trung Quốc đã chứng minh rằng phương pháp này thuận tiện để trích xuất các quy tắc phân loại với tỷ lệ chính xác 86,67%. Cây quyết định cũng được sử dụng để thực hiện từ dữ liệu khảo sát đất đai vùng Maharashtra, Ấn Độ bởi Kumar *et al.* (2013). Việc kiểm tra chéo 10 lần cung cấp độ chính xác 100%. Tại Việt Nam, Nguyễn Ánh Nga (2012) nghiên cứu khả năng ứng dụng khai phá dữ liệu trong đánh giá đất đai với kỹ thuật cây quyết định đối với cây điều và cây xoài trên địa bàn huyện Định Quán, Đồng Nai.

Mục tiêu của nghiên cứu là áp dụng kỹ thuật cây quyết định trong khai phá dữ liệu đánh giá thích hợp đất đai tự nhiên đối với cây cao su trên địa bàn huyện Dầu Tiếng, tỉnh Bình Dương.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Điều tra, khảo sát

Nghiên cứu thực hiện điều tra khảo sát nông hộ. Thông tin điều tra gồm các đặc điểm tự nhiên đất đai (Loại đất, độ dày tầng đất, độ dốc địa hình, thành phần cơ giới) và năng suất mủ tươi cây cao su. Kết quả điều tra trên địa bàn

huyện Dầu Tiếng được 89 phiếu. Thông tin điều tra được nhập vào phần mềm Excel.

2.2. Ứng dụng GIS

Nghiên cứu sử dụng phần mềm GIS (MapInfo) xây dựng các bản đồ đơn tính, bản đồ đơn vị đất đai và bản đồ thích hợp đất đai.

2.3. Ứng dụng phần mềm phân tích thống kê

Nghiên cứu sử dụng phần mềm DTREG - phần mềm phân tích thống kê mạnh mẽ, có khả năng xây dựng cây quyết định phân lớp, hồi quy và máy vector hỗ trợ (SVM) để mô tả mối quan hệ dữ liệu.

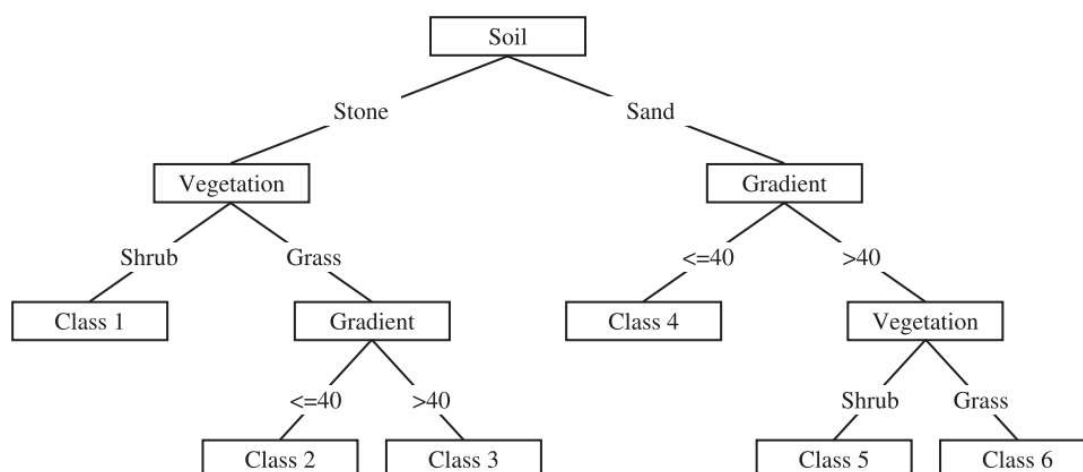
DTREG chấp nhận tập hợp dữ liệu có nhiều dòng với một cột cho mỗi biến. Một trong các biến là biến mục tiêu, giá trị của nó được mô hình hóa và được dự đoán như là một hàm của biến dự báo. DTREG phân tích giá trị và cho ra một mô hình chỉ cách tốt nhất để dự đoán giá trị của biến kết quả dựa trên giá trị của biến dự báo. Đặc biệt DTREG có khả năng nhận biết các giá trị định tính cho các biến (Ví dụ: “Có tưới”, “Không tưới”, “Tưới bổ sung”,...) và xác định tầm quan trọng (mức độ ảnh hưởng) mỗi biến dự báo đến biến kết quả. Ngoài việc xây dựng mô hình dự báo, DTREG còn đo chất lượng mô hình.

2.4. Mô hình cây quyết định

Cây quyết định được sử dụng để chia liên tiếp một tập dữ liệu lớn thành các tập con nhỏ bằng cách áp dụng một chuỗi các thuật toán. Với mỗi phép chia liên tiếp, các tập con thu được trong tập kết quả sẽ ngày càng giống nhau.

Cây quyết định là cấu trúc biểu diễn dưới dạng cây. Trong đó, mỗi nút trong (internal node) biểu diễn một thuộc tính, nhánh (branch) biểu diễn giá trị có thể có của thuộc tính, mỗi lá (leaf node) biểu diễn các lớp quyết định và đỉnh trên cùng của cây gọi là gốc (root). Cây quyết định có thể được dùng để phân lớp bằng cách xuất phát từ gốc của cây và di chuyển theo các nhánh cho đến khi gặp nút lá (Nguyễn Ánh Nga, 2012).

Đối với cây quyết định, tại mỗi nút, một thuộc tính sẽ được chọn ra để phân tách tập mẫu



Hình 1. Ví dụ mô hình cây quyết định trong phân lớp đất đai

mẫu thành những lớp khác nhau nhiều nhất có thể. Các thuộc tính tham gia vào quá trình phân lớp thông thường có giá trị kiểu liên tục hay còn gọi là kiểu số và kiểu rời rạc hay còn gọi là kiểu phân loại.

Ứng dụng cây quyết định trong đánh giá thích hợp đất đai bằng việc xác định những *tổ hợp các yếu tố đặc điểm đất đai* (Độ dày tầng đất, độ dốc địa hình, thành phần cơ giới, khả năng tơi, ...) và mức *sản lượng trung bình tương ứng* của cây trồng. Quy trình đánh giá đất đai theo các tiêu chí cây quyết định là dễ tiếp cận và minh bạch (Bouma *et al.*, 1993).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xây dựng bản đồ đơn vị đất đai trên địa bàn huyện Dầu Tiếng

Dựa vào dữ liệu thu thập được ở địa bàn nghiên cứu và đặc tính tự nhiên cây cao su, các đơn vị đất đai được xây dựng trên cơ sở mối quan hệ giữa loại đất, độ dày tầng đất hữu hiệu, độ dốc và thành phần cơ giới. Đây cũng là những yếu tố được lựa chọn là biến dự báo trong mô hình cây quyết định.

Loại đất: Trên địa bàn huyện Dầu Tiếng bao gồm đất xám (X), đất xám gley (Xg), đất vàng nhạt trên đá cát (Fg), đất nâu vàng trên phù sa cổ (Fp), đất dốc tụ thung lũng (D) và đất phù sa gley (Pg). Trong đó, đất xám có diện tích lớn nhất

với 41.040,77 ha, chiếm 61,1% tổng diện tích tự nhiên, phân bố đều trên địa bàn huyện.

Độ dày tầng đất: Được chia 3 cấp: > 100 cm, 70 - 100 cm và 50 - 70 cm. Trong đó, tầng dày 50 - 70 cm có diện tích lớn nhất với 36.878,17 ha, chiếm 54,90% tổng diện tích.

Độ dốc địa hình: Được phân chia như sau: 0° - 3°, 3° - 8°, 8° - 15° và 15° - 25°. Trong đó, độ dốc < 3° có diện tích lớn nhất với 42.807,68 ha, chiếm 63,92% tổng diện tích.

Thành phần cơ giới: Phổ biến là cát pha, thịt nhẹ và sét. Trong đó, thành phần cơ giới thịt nhẹ có diện tích lớn nhất với 64.175,48 ha, chiếm 95,52% tổng diện tích tự nhiên.

Chồng xếp các bản đồ đơn tính trên địa bàn huyện Dầu Tiếng tạo nên 14 đơn vị đất đai.

3.2. Xây dựng mô hình cây quyết định phân nhóm các đặc điểm đất đai và năng suất tương ứng cây cao su trên địa bàn huyện Dầu Tiếng

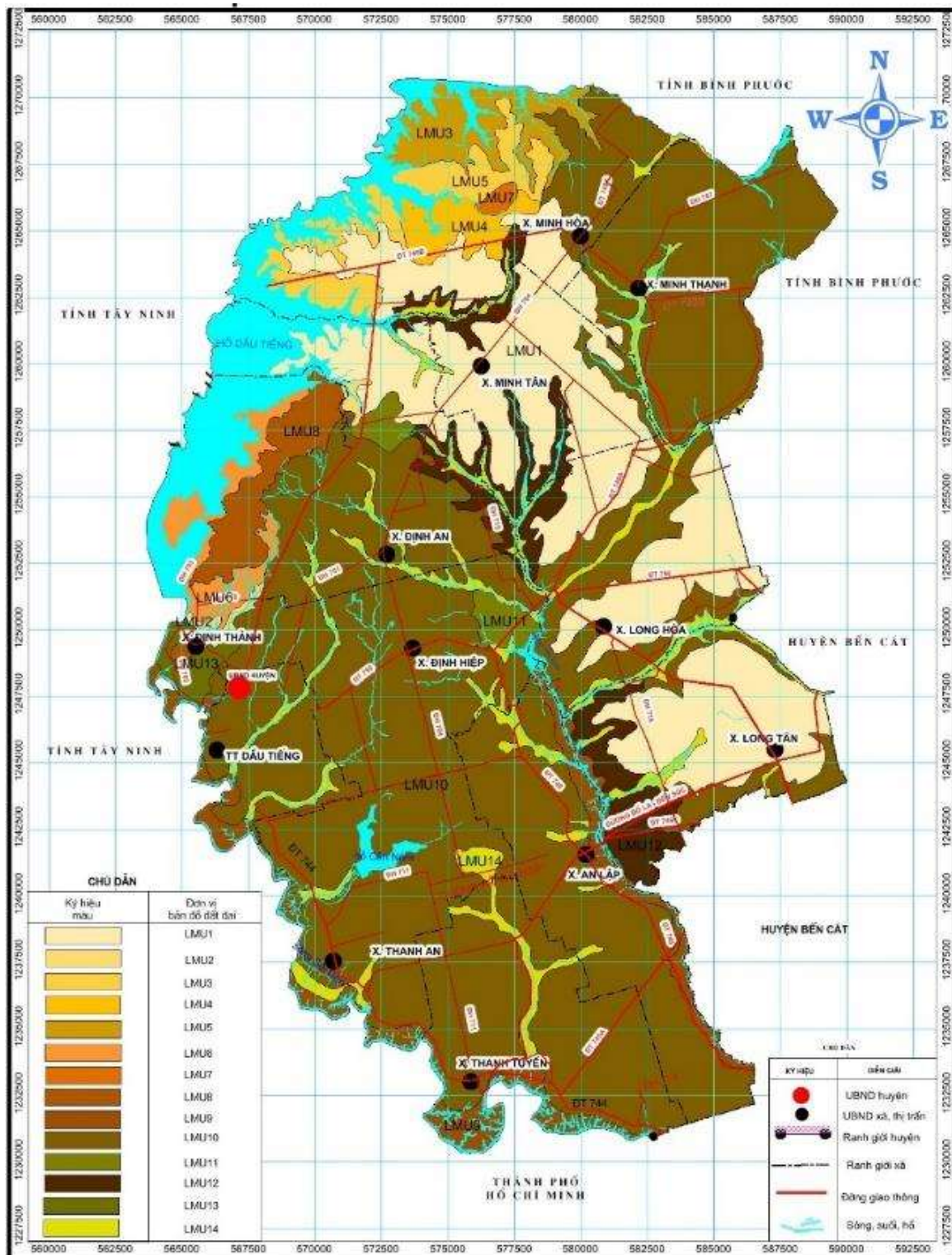
Số liệu triệu tra nông hộ nhập vào Excel là dữ liệu đầu vào cho phần mềm DTREG để chạy mô hình. Cây quyết định đánh giá thích hợp đất đai cây cao su trên địa bàn huyện Dầu Tiếng được thực hiện với các biến:

- Biến mục tiêu (Target): Năng suất (tấn/ha/năm) (trong nghiên cứu thu thập năng suất mẫu cao su tươi).

Ứng dụng kỹ thuật cây quyết định đánh giá thích hợp đất đai cho cây cao su trên địa bàn huyện Dầu Tiếng, tỉnh Bình Dương

- Các biến dự báo (Predictor): Loại đất (Loại đất), độ dày tầng đất (Tang dày, cm), độ dốc (Độ dốc, độ) và thành phần cơ giới (TPCG).

Mô hình cây quyết định sau khi chạy được xây dựng gồm 8 tầng với số nhóm phân chia là 13, tổng số nút (node) là 27.



Hình 2. Bản đồ đơn vị đất đai huyện Dầu Tiếng thu từ tỷ lệ 1 : 25 000

```

===== Model Size Summary Report =====
Maximum depth of the tree = 8
Total number of group splits = 13

```

Hình 3. Kết quả tóm tắt của mô hình

```

===== Analysis of Variance =====
Variance in initial data sample = 0.6832941
Residual (unexplained) variance after tree fitting = 0.0165164
Proportion of variance explained = 0.97583 (97.583%)

```

Hình 4. Kết quả phân tích phương sai của mô hình

```

===== Overall Importance of Variables =====

```

Variable	Importance
Loại đất	100.000
Độ dốc (đo)	36.200
TPCG	17.243
Tầng dày (cm)	11.188

Hình 5. Kết quả phân tích tầm quan trọng các biến theo mô hình

Kết quả “Phân tích phương sai” và “Tầm quan trọng các biến” được sử dụng để đánh giá mô hình.

Phương sai của tập dữ liệu trước khi xây dựng cây quyết định là 0,68. Phương sai sau khi cây được ứng dụng vào tập dữ liệu để dự báo biến mục tiêu là 0,02. Kết quả cho thấy một mức độ cải thiện phương sai đáng kể, cũng cho thấy tính thích hợp của mô hình cây quyết định được đưa ra. Khả năng được giải thích của biến mục tiêu bởi cây quyết định là 97,58%, còn lại 2,42% không thể giải thích được do chịu ảnh hưởng của các yếu tố khác. Cụ thể, các yếu tố loại đất, độ dày tầng đất, độ dốc, thành phần cơ giới giải thích được 97,58% sự hình thành năng suất cây trồng. Như vậy, có thể nói mô hình cây quyết định được xây dựng có mức độ thích hợp và khả năng dự báo là khá cao.

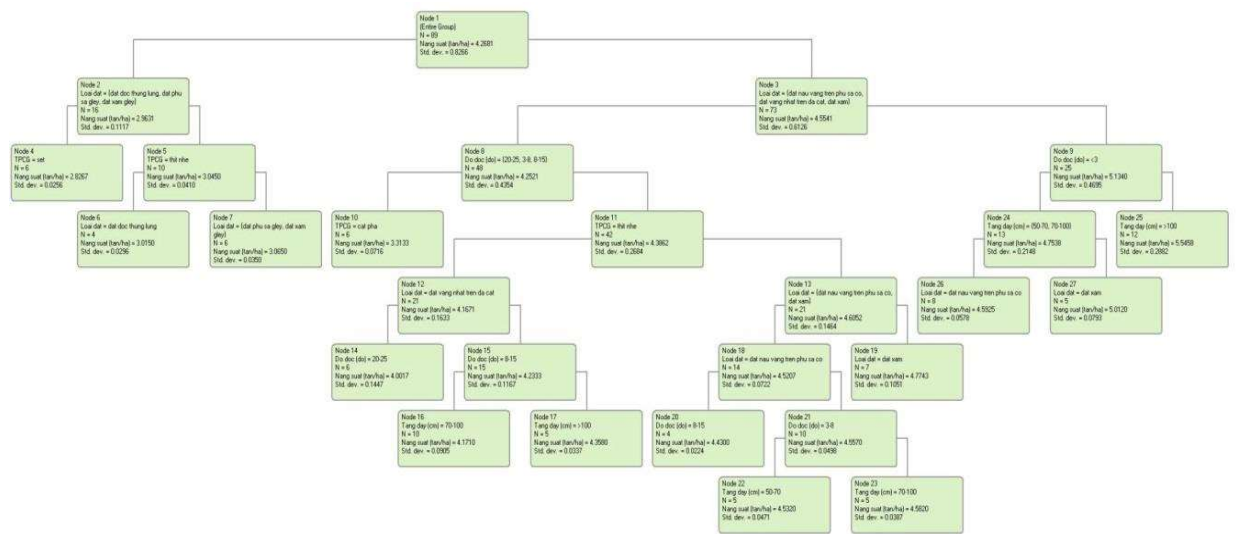
Kết quả mô hình còn cho thấy tầm quan trọng (mức độ ảnh hưởng) của mỗi biến dự báo (Loại đất, độ dày tầng đất, độ dốc địa hình, thành phần cơ giới) đến biến kết quả (Năng suất cây cao su) là khác nhau.

Yếu tố loại đất ở đây có tầm ảnh hưởng rất quan trọng đến năng suất của cây cao su vì tùy

theo đặc điểm từng loại đất mà cho năng suất khác nhau. Tiếp đến, yếu tố độ dốc tác động đến năng suất của cây vì nó liên quan trực tiếp đến yếu tố xói mòn, rửa trôi, ảnh hưởng đến hoạt động trong sản xuất. Mức độ ảnh hưởng của độ dốc đến năng suất bằng 36,20% so với loại đất ảnh hưởng đến năng suất. Còn hai yếu tố thành phần cơ giới và tầng dày đất có mức độ ảnh hưởng thấp nhất vì đa số thành phần cơ giới ở huyện Dầu Tiếng là thịt nhẹ, bên cạnh đó yếu tố tầng dày tại đây đều lớn hơn 50 cm phù hợp với đặc tính vốn có của cây cao su nên không có sự tác động nhiều đến sự thay đổi năng suất của cây. Mức độ ảnh hưởng của thành phần cơ giới, tầng dày đến năng suất lần lượt bằng 17,24%, 11,19% so với loại đất ảnh hưởng đến năng suất.

Dựa trên kết quả mô hình cây quyết định, tiến hành đi theo từng phân nhánh mô hình để xác định được *tổ hợp các yếu tố đặc điểm đất đai* và *mức năng suất trung bình* của cây cao su tương ứng với tổ hợp đấy. Cấp thích hợp được phân chia theo gợi ý của FAO dựa trên tỷ lệ năng suất thực tế với năng suất tối hảo cây trồng (với năng suất tối hảo thu thập được trong nghiên cứu 8 tấn/ha).

Ứng dụng kỹ thuật cây quyết định đánh giá thích hợp đất đai cho cây cao su trên địa bàn huyện Dầu Tiếng, tỉnh Bình Dương



Hình 6. Kết quả mô hình cây quyết định

Bảng 1. Phân cấp thích hợp của FAO theo năng suất cây trồng

Cấp thích hợp	Hướng dẫn phân cấp của FAO	Phân cấp trong nghiên cứu (tấn/ha)
S1 (Thích hợp cao)	> 80%	> 6,4
S2 (Thích hợp trung bình)	40 - 80%	3,2 - 6,4
S3 (Thích hợp kém)	20 - 40%	1,6 - 3,2
N (Không thích hợp)	< 20%	< 1,6

Bảng 2. Kết quả tổ hợp các yếu tố ảnh hưởng đến năng suất cây cao su theo mô hình cây quyết định

Tổ hợp các yếu tố				Năng suất trung bình (tấn/ha)	Mức độ thích hợp
Loại đất	Độ dốc (độ)	Tầng dày (cm)	TPCG		
Đất xám	< 3	> 100	Thịt nhẹ	5,55 (± 0,29)	S2
Đất xám	< 3	70 - 100	Thịt nhẹ	5,01 (± 0,07)	S2
Đất nâu vàng trên phù sa cổ	< 3	50 - 70	Thịt nhẹ	4,59 (± 0,06)	S2
Đất xám	3 - 8	50 - 70	Thịt nhẹ	4,77 (± 0,07)	S2
Đất nâu vàng trên phù sa cổ	3 - 8	50 - 70	Thịt nhẹ	4,53 (± 0,05)	S2
Đất nâu vàng trên phù sa cổ	3 - 8	70 - 100	Thịt nhẹ	4,58 (± 0,04)	S2
Đất nâu vàng trên phù sa cổ	8 - 15	50 - 70	Thịt nhẹ	4,43 (± 0,02)	S2
Đất vàng nhạt trên đá cát	8 - 15	> 100	Thịt nhẹ	4,35 (± 0,03)	S2
Đất vàng nhạt trên đá cát	8 - 15	70 - 100	Thịt nhẹ	4,17 (± 0,09)	S2
Đất vàng nhạt trên đá cát	20 - 25	> 100	Thịt nhẹ	4,00 (± 0,14)	S2
Đất xám	3 - 8	70 - 100	Cát pha	3,31 (± 0,07)	S2
Đất dốc thung lũng	< 3	50 - 70	Thịt nhẹ	3,02 (± 0,03)	S3
Đất xám gley	< 3	50 - 70	Thịt nhẹ	3,07 (± 0,07)	S3
Đất phù sa gley	< 3	50 - 70	Sét	2,83 (± 0,03)	S3

Từ đây xác định mức độ thích hợp cho từng tổ hợp dựa vào năng suất trung bình tương ứng của tổ hợp. Kết quả được thể hiện tại bảng 2.

Từ kết quả bảng 2 cho thấy mức độ thích hợp cây cao su theo các tổ hợp tính chất đất đai chịu sự ảnh hưởng lớn nhất của loại đất và độ dày tầng đất. Có những nhận xét như sau:

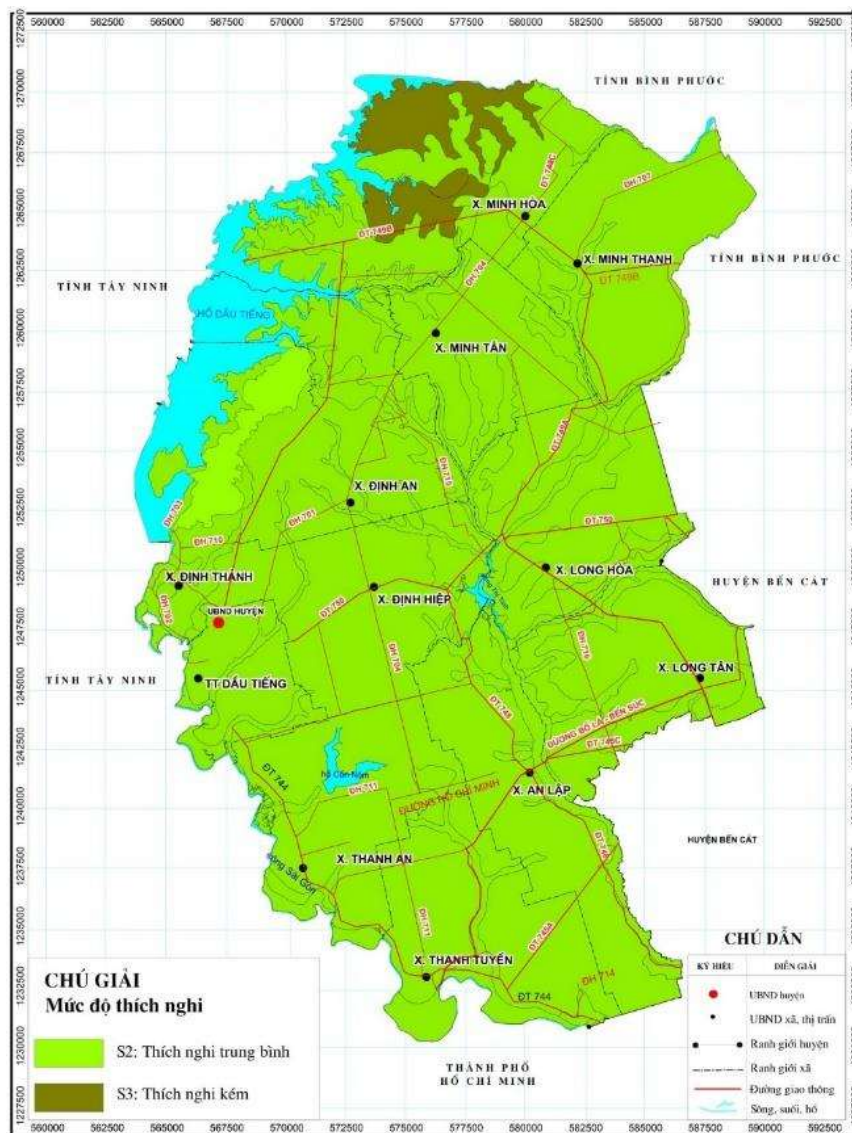
Cùng nhóm đất xám, đất nâu vàng trên phù sa cổ có độ dốc thấp ($< 8^{\circ}$) cùng với tầng dày từ 50 cm trở lên kết hợp với thành phần cơ giới là thịt nhẹ cho năng suất cao từ 4,43 tấn/ha.

Cùng một điều kiện về loại đất vàng nhạt có sự phân cấp thích hợp do yếu tố độ dốc ảnh

hưởng đến năng suất. Bên cạnh yếu tố trên kết hợp với tầng dày cao sẽ cho năng suất trung bình cao hơn.

Nhóm đất còn lại là đất xám gley, đất phù sa gley, đất dốc thung lũng nhìn chung chịu sự ảnh hưởng của loại đất và thành phần cơ giới (chủ yếu là thịt nhẹ và sét) có năng suất trung bình thấp, từ 2,83 tấn/ha.

Dựa vào kết quả phân cấp thích hợp cây cao su trên địa bàn huyện Dầu Tiếng ứng dụng cây quyết định ở bảng 2 cùng với bản đồ đơn vị đất đai ta xây dựng được bản đồ mức độ thích hợp đối với cây cao su.



Hình 7. Bản đồ thích hợp cây cao su theo mô hình cây quyết định thu từ tỷ lệ 1:25 000

Bảng 3. Thống kê diện tích thích hợp theo mô hình cây quyết định

Phân cấp thích hợp	LMU	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
S2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	60.850,65	90,57
S3	12, 13, 14	6.332,97	9,43
Tổng diện tích		67.183,62	100,00

Từ bản đồ thích hợp thống kê được diện tích các cấp thích hợp (Bảng 3). Kết quả cho thấy diện tích đất ở huyện Dầu Tiếng có khả năng thích hợp trung bình và thích hợp kém đối với cây cao su. Thích hợp trung bình chiếm phần lớn với 90,57% diện tích, còn lại là thích hợp kém với tỷ lệ 9,43%.

3. KẾT LUẬN

Mô hình cây quyết định được xây dựng với biến dự báo là các yếu tố đơn tính của đất và biến mục tiêu là năng suất cây trồng. Từ kết quả mô hình đánh giá mức độ thích hợp tự nhiên của các loại hình sử dụng đất trên từng đơn vị đất đai. Kết quả mô hình nghiên cứu đối với cây cao su trên địa bàn huyện Dầu Tiếng cho thấy khả năng được giải thích của biến mục tiêu bởi cây quyết định là 97,58%, còn lại 2,42% không thể giải thích được do chịu ảnh hưởng của các yếu tố khác. Yếu tố loại đất tác động mạnh nhất đến năng suất của cây trồng. Tiếp đến, mức độ ảnh hưởng của độ dốc đến năng suất bằng 36,20% so với loại đất ảnh hưởng đến năng suất. Mức độ ảnh hưởng của thành phần cơ giới, tầng dày đất đến năng suất lần lượt bằng 17,24%, 11,19% so với loại đất ảnh hưởng đến năng suất. Kết quả mô hình kết hợp với bản đồ đơn vị đất đai cho thấy thích hợp trung bình với cây cao su trên địa bàn huyện chiếm phần lớn với 90,57% diện tích, còn lại là thích hợp kém với tỷ lệ là 9,43%. Để nâng cao tính ứng dụng của mô hình này, người điều tra cần hoàn thiện hơn cấu trúc và nội dung mẫu phiếu cũng như việc điều tra nên được thực hiện chi tiết hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bouma, J., Wagenet, R. J., Hoosbeek, M. R., Hutson, J. L. (1993). Using expert systems and simulation modelling for land evaluation at farm level: a case

study from New York State. *Soil Use Management*, 9(4): 131-139.

de la Rosa, D., van Diepen, C.A. (2002). Qualitative and Quantitative Land Evaluation. In Willy H. Verheye. *Land Use, Land Cover and Soil Sciences - Volume II: Land Evaluation*. EOLSS, pp. 59-77.

Han, J., Kamper, M. (2006). *Data Mining: Concepts and Techniques*, Second Edition. Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier Inc, 772 pages.

Huỳnh Văn Chương, Vũ Trung Kiên, Lê Thị Thanh Nga (2012). Ứng dụng GIS trong đánh giá đất đai phục vụ qui hoạch phát triển cây cao su tiểu điền tại huyện Hải Lăng, tỉnh Quảng Trị. *Tạp chí Khoa học, Đại học Huế*, 75A(6): 7-17.

Jian Tian, Yueming Hu, Jianmin Liu, Yanling Zhao, Changwei Wang (2009). The comparative analysis of various classification models on land evaluation. *Proc. SPIE 7492, International Symposium on Spatial Analysis, Spatial-Temporal Data Modeling, and Data Mining*, 74921A, 15 October 2009, Wuhan, China.

Kumar, N., Obi Reddy, G. P., Chatterji, S., 2013. Evaluation of Best First Decision Tree on Categorical Soil Survey Data for Land Capability Classification. *International Journal of Computer Applications*. 72(4): 5-8.

Lê Cảnh Định (2011). Tích hợp GIS và phân tích quyết định nhóm đa tiêu chuẩn trong đánh giá thích nghi đất đai. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, tr. 82-89.

Lê Quang Trí và Phạm Thanh Vũ (2010). Xác định một số tiêu chí cho đánh giá đất đai bản định lượng trên 2 vùng sinh thái khác nhau. *Tạp chí Khoa học Trường đại học Cần Thơ*, 15b: 114-124.

Nguyễn Anh Nga (2012). Ứng dụng kỹ thuật khai phá dữ liệu cho việc định lượng trong đánh giá đất đai trên địa bàn huyện Định Quán, tỉnh Đồng Nai. *Luận văn thạc sĩ khoa học nông nghiệp*. Trường đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh.

van Lanen, H.A.J., Hack-ten Broeke, M.J.D., Bouma, J., de Groot, W.J.M. (1992). A mixed qualitative/quantitative physical land evaluation methodology. *Geoderma*, 55(1-2): 37-54.

Yang JingFeng, Li Ting, Chen ZhiMin (2010). Land evaluation method based on decision tree produced by C4.5 and fuzzy decision. *Agricultural Science & Technology - Hunan*, 11(3): 1-3.